

4/9/2

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011035020 **Image available**

WPI Acc No: 1997-012944/ 199702

XRPX Acc No: N97-011267

Catalytic converter diagnosis using multiple catalysts - monitors engine condition and applies before and after gas sensors to control fuel to air ratio

Patent Assignee: HITACHI CAR ENG CO LTD (HITA-N); HITACHI LTD (HITA);

HITACHI CAR ELECTRONICS KK (HITA-N); HITACHI CAR ENG KK (HITA-N)

Inventor: AGUSTIN R B; KAWANO K; NUMATA A; TAKAKU Y; ISHII T

Number of Countries: 004 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19620417	A1	19961128	DE 196020417	A	19960521	199702 B
JP 8312434	A	19961126	JP 95122171	A	19950522	199706
US 5758491	A	19980602	US 96651558	A	19960522	199829
DE 19620417	C2	20010215	DE 196020417	A	19960521	200110
KR 406894	B	20040430	KR 9617117	A	19960521	200457

Priority Applications (No Type Date): JP 95122171 A 19950522

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19620417	A1	18	F02D-041/14		
JP 8312434	A	14	F02D-041/22		
US 5758491	A		F01N-003/18		
DE 19620417	C2		F02D-041/14		
KR 406894	B		F02D-041/14		Previous Publ. patent KR 96041665

Abstract (Basic): DE 19620417 A

An engine diagnostic system with catalytic converters for monitoring the exhaust gases of a motor vehicle consists of detectors (1, 17, 20) for checking the performance and condition of the engine and an air/fuel ratio control unit (3) for adjusting the fuel injection to achieve the targetted air/fuel ratio.

Two catalytic converters (8, 9) containing multiple catalysts are set one after the other in a section of the exhaust system (5, 16). One exhaust gas sensor (6) is positioned in front of these and another sensor (7) after them. Diagnostic equipment (11, 12, 13) correlates the output signals of the sensors, in accordance with the performance criteria of the engine, to assess its supply and the functioning of the converters. From this, information is fed back to the fuel injection control to effect air/fuel ratio adjustment.

ADVANTAGE - Diagnosis of catalytic converter efficiency is easy and precise. System controls air/fuel ratio for optimum performance.

Dwg.1/8

Title Terms: CATALYST; CONVERTER; DIAGNOSE; MULTIPLE; CATALYST; MONITOR; ENGINE; CONDITION; APPLY; AFTER; GAS; SENSE; CONTROL; FUEL; AIR; RATIO

Derwent Class: H06; J04; Q52; S02; X22

International Patent Class (Main): F01N-003/18; F02D-041/14; F02D-041/22

International Patent Class (Additional): F01N-003/20; F01N-003/24;

F02D-045/00; G01M-015/00

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): H06-C03; J01-E02D; J04-E02; N06-D

Manual Codes (EPI/S-X): S02-J01A; X22-A03A2A; X22-A07

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 196 20 417 C 2

51 Int. Cl.⁷:
F 02 D 41/14
F 02 D 41/22
G 01 M 15/00

21 Aktenzeichen: 196 20 417.8-26
22 Anmeldetag: 21. 5. 1996
43 Offenlegungstag: 28. 11. 1996
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 2. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:

7-122171 22. 05. 1995 JP

73 Patentinhaber:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Car
Engineering Co., Ltd., Hitachinaka, Ibaraki, JP

74 Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 81679
München

72 Erfinder:

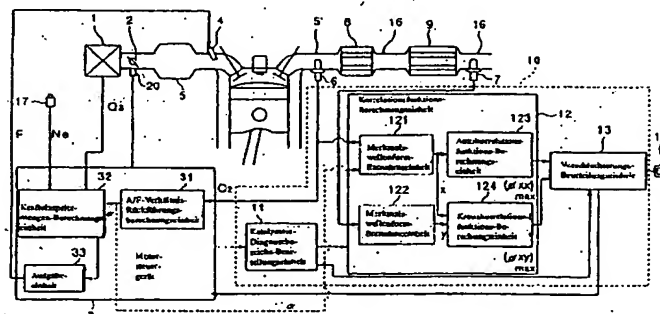
Agustin, Rogelio B., Farmington Hills, Mich., US;
Numata, Akihito, Ibaraki, JP; Kawano, Kazuya,
Hitachinaka, JP; Takaku, Yutaka, Mito, JP; Ishii,
Toshio, Mito, JP

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	40 24 210 A1
US	53 55 672 A
US	52 33 829 A
US	53 77 484
JP	63-97 852

54 Diagnoseverfahren und Diagnosesystem einer Katalysatoranlage zum Steuern des Abgases bei einem
Verbrennungsmotor

57 Diagnoseverfahren für eine Katalysatoranlage bei einem Verbrennungsmotor, die aufweist: Einrichtungen (1, 20, 17) zum Erfassen des Betriebszustandes des Verbrennungsmotors; eine Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) zum Abstimmen der Kraftstoffeinspritzmenge in der Weise, daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis einer Mischung, die in den Verbrennungsmotor gesaugt wird, auf einem Zielwert gehalten wird; und eine Mehrzahl von Katalysatoren (Katalysatoranlage), die nacheinander im Abgaskanal (5', 16) des Verbrennungsmotors angeordnet sind, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: Bestätigen (201, 203), daß sich der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Betriebsbereich befindet, um eine Katalysatordiagnose auf der Basis des erfaßten Betriebsbereichs durchzuführen; und Diagnostizieren des Leistungsvermögens des Katalysators (Katalysatoranlage) oder des Leistungsvermögens der Katalysatoren auf der Basis eines Ausgangssignals eines ersten Abgaskomponentensensors (6), der stromaufwärts der Katalysatoren angeordnet ist, sowie eines Ausgangssignals eines zweiten Abgaskomponentensensors (7), der stromabwärts angeordnet ist, in jedem Bereich einer Mehrzahl von unterschiedlichen Katalysator-Diagnosebereichen (A, B, C), jeweils entsprechend den unterschiedlichen Betriebsbereichen.



DE 196 20 417 C 2

DE 196 20 417 C 2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und ein System zum Diagnostizieren des Leistungsverhaltens einer Katalysatoranlage bzw. eines Katalysators, der in einem Abgaskanal angeordnet ist, um schädliche Komponenten im Abgas eines Verbrennungsmotors in unschädliche Komponenten umzuwandeln. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein neues Diagnosesystem und -verfahren einer Katalysatoranlage bei einem Verbrennungsmotor, bei dem eine Mehrzahl von Katalysatoren in Reihe im Abgaskanal angeordnet sind (vergl. die einleitenden Teile der Ansprüche 1/8 bzw. 16/28).

Das Abgas-Steuersystem eines Verbrennungsmotors (nachfolgend einfach als Motor bezeichnet) umfaßt im wesentlichen einen Katalysator und ein A/F- bzw. Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Rückführungssteuergerät. Der Katalysator, der im Abgasrohr des Motors angeordnet ist, verändert Kohlenwasserstoffe (HC), Stickstoffoxid (NOx) und Kohlenmonoxid (CO) als schädliche Komponenten im Abgas chemisch durch katalytische Einwirkung, und verwandelt sie so in unschädliche Komponenten. Das A/F-Regelungs- bzw. Rückführungssteuergerät steuert die Kraftstoffeinspritzmenge, so daß eine Ansaugmischung auf einem Ziel-A/F-Verhältnis gehalten wird, bei dem die wirksamste Umwandlungsleistung des Katalysators stattfindet. Im A/F-Verhältnis-Rückführungssteuergerät wird auf der Basis eines von einem A/F-Verhältnissensor oder einem Sauerstoffsensor, der stromaufwärts des Katalysators angeordnet ist, geliefertes Signal eine fehlerhafte Abweichung vom Ziel-A/F-Verhältnis erfaßt, und die Kraftstoffeinspritzmenge wird so gesteuert, daß der Fehler beseitigt wird.

Als eine Art von Katalysatoren, die für Katalysatoranlagen verwendet werden, ist ein Dreiwege-Katalysator bekannt. Bei dem Dreiwege-Katalysator verschlechtert sich das Leistungsvermögen zum Umwandeln der Abgaskomponenten, weil sich die Bleikomponente oder andere Verunreinigungen, die im Benzintriebstoff enthalten sind, während der Benutzungsdauer des Motors auf dem katalytischen Material absetzen und niederschlagen.

Wenn sich die katalytische Wirkung aufgrund einer Veränderung durch Altern und einer Sauerstoffokklusion verschlechtert, verschlechtert sich auch das Leistungsvermögen, so daß es kaum einen Unterschied zwischen der Sauerstoffkonzentration in den Abgasen stromaufwärts (Eintrittsseite) und stromabwärts (Austrittsseite) der Katalysatoranlage gibt. Daher kann durch Erfassen der Konzentration der Abgaskomponenten auf der stromaufwärts gelegenen Seite und der stromabwärts gelegenen Seite der Katalysatoranlage sowie durch Vergleichen derselben die Verschlechterung des Katalysators indirekt beurteilt werden.

Die Druckschrift JP-A-63-97852 offenbart einen einzelnen Katalysator, der im Abgassystem eines Verbrennungsmotors vorgesehen ist, sowie ein Luft/Kraftstoff-Verhältnissteuergerät, in welchem A/F-Verhältnissensoren jeweils entsprechend stromaufwärts und stromabwärts der Katalysatoranlage angeordnet sind. Durch Benutzen des Ausgangssignals des A/F-Verhältnissensors auf der stromaufwärts gelegenen Seite wird eine A/F-Verhältnis-Rückführungssteuerung durchgeführt. Die Anzahl der Umkehrungen des stromabwärts angeordneten A/F-Verhältnissensors wird gezählt. Auf der Basis der Anzahl der Umkehrungen des Ausgangssignals wird die Verschlechterung der Katalysatoranlage diagnostiziert.

Um eine große Menge an Abgaskomponenten, die im Falle des Betriebes des Motors während einer kalten Zeitperiode erzeugt werden, so schnell wie möglich in unschädliche Komponenten umzuwandeln, gibt es den Fall, daß zu-

sätzlich zum Hauptkatalysator ein Vorkatalysator relativ geringer Kapazität im Abgasrohr genau hinter einem Abgasrohrverteiler angeordnet wird. Der stromaufwärts des Abgaskanals angeordnete Vorkatalysator geringer Kapazität wird früher als der Hauptkatalysator großer Kapazität aktiv, welcher stromabwärts angeordnet ist.

Ein Beispiel eines Abgassteuersystems mit einer Vielzahl von Katalysatoren ist im US-Patent Nr. 5,233,829 (ausgegeben am 10. August 1993) offenbart. Gemäß diesem Patent ist ein sekundärer Katalysator geringer Kapazität für einen Abgasrohrverteiler jeder Zylinderreihe eines V-Motors vorgesehen, während ein primärer Katalysator großer Kapazität auf der weiter stromabwärts gelegenen Seite an der Stelle angeordnet ist, wo die Abgasrohre beider Zylinderreihen zusammenkommen. Erste und zweite Abgassensoren sind vor und hinter dem sekundären Katalysator jeder Zylinderreihe angeordnet, und ein dritter Abgassensor ist stromabwärts des primären Katalysators angeordnet. Die A/F-Verhältnis-Rückführungssteuerung wird unter Benutzung des Ausgangssignals des ersten Abgassensors durchgeführt. Während der A/F-Verhältnis-Rückführungssteuerung wird durch Vergleichen der Ausgangssignale des ersten und des zweiten Abgassensors eine Verschlechterung des sekundären Katalysators diagnostiziert. Wenn die Verschlechterung des primären Katalysators diagnostiziert ist, wird die A/F-Verhältnis-Rückführungssteuerung durch das Ausgangssignal des zweiten Abgassensors durchgeführt. Durch Vergleichen der Ausgangssignale des zweiten und dritten Abgassensors in diesem Zeitpunkt wird die Verschlechterung des primären Katalysators diagnostiziert.

Im US-Patent Nr. 5,377,484 ist ebenfalls ein Abgassystem offenbart, bei dem ein Startkatalysator geringer Kapazität in der Abgasrohrverzweigung jeder Zylinderreihe eines V-Motors angeordnet ist, während ein Hauptkatalysator großer Kapazität an der weiter stromabwärts gelegenen Seite an einer Stelle angeordnet ist, wo die Abgasrohre von beiden Zylinderreihen zusammengefaßt werden. Ein erster Sauerstoff bzw. O₂-Sensor ist stromaufwärts der Startkatalysatoranlage jeder Zylinderreihe angeordnet. Ein zweiter O₂-Sensor ist stromabwärts der Hauptkatalysatoranlage angeordnet. Die A/F-Verhältnis-Rückführungssteuerung wird unter Benutzung des vom ersten Abgassensor gelieferten Ausgangssignals durchgeführt. Gemäß der Lehre dieses US-Patentes wird die Sauerstoffkonzentrationsänderung in demjenigen Abschnitt, wo die Abgase beider Zylinderreihen zusammengefaßt werden, nämlich am Eingang des Hauptkatalysatoranlage, aus dem Ausgangssignal des ersten O₂-Sensors vermutet. Das Vorhandensein oder Fehlen der Verschlechterung des Hauptkatalysators wird auf der Basis des Annahme- bzw. Vermutungssignals und des Ausgangssignals des zweiten O₂-Sensors diagnostiziert. Beim Abgassystem mit einer Mehrzahl von in Reihe angeordneten Katalysatoren unterscheiden sich die Grade der Verschlechterung durch Alterung des oberen und des unteren Katalysators voneinander, weil sich die Abgasatmosphären, die auf den oberen Katalysator und den unteren Katalysator einwirken, unterscheiden. Daher ist es erwünscht, daß die Verschlechterung des oberen Katalysators und die Verschlechterung des unteren Katalysators unabhängig und exakt erfaßt werden können.

Beim Abgassystem mit einer Mehrzahl von in Reihe angeordneten Katalysatoren wird, im Vergleich zu einem Abgassystem, das nur einen einzigen Katalysator aufweist, eine größere Menge an Sauerstoff im Abgas durch den oberen und den unteren Katalysator absorbiert. Daher ist im Falle, daß die A/F-Verhältnis-Rückführungssteuerung durch den Abgassensor stromaufwärts des oberen Katalysators durchgeführt wird, die Fluktuation des Sauerstoffpartialdruckes

im Abgas des stromabwärts (ausgangsseitig) gelegenen unteren Katalysators extrem gering.

Wie im US-Patent Nr. 5,233,829 (siehe bereits weiter oben) offenbart, erscheint im Falle der Erfassung der Verschlechterung der oberen und der unteren Katalysatoranlage durch den ersten, zweiten und dritten Abgassensor keine ausreichend große Änderung des Ausgangssignals des dritten Abgassensors, es sei denn, daß sich das katalytische Leistungsverhalten deutlich verschlechtert, so daß es schwierig wird, die Verschlechterung der unteren Katalysatoranlage exakt zu diagnostizieren. Um den stromabwärts angeordneten Katalysator zu diagnostizieren erfolgt gemäß der Lehre dieses US-Patentes eine Änderung des Steuermodus, so daß die A/F-Verhältnis-Rückführung ausdrücklich auf der Basis der Ausgabe des zweiten Abgassensors durchgeführt wird. Eine Änderung des A/F-Verhältnis-Steuerparameters zum Zwecke der Diagnose der Verschlechterung des Katalysators ist ungünstig, weil ein nachteiliger Einfluß auf die Abgasemission ausgeübt wird. Weiter vergrößert sich gemäß dem obigen US-Patent die Anzahl der Abgassensoren.

Gemäß dem im US-Patent Nr. 5,377,484 (siehe bereits weiter oben) offenbarten Diagnoseverfahren wird ein komplizierter Prozeßschritt für eine Rechenoperation benötigt, um auf die Änderung der Sauerstoffkonzentration im Abgas innerhalb des Zwischenabschnittes zwischen dem oberen und dem unteren Katalysator zu schließen.

Die DE 40 24 210 A1 lehrt ein Verfahren zur Lambda-Regelung einer Brennkraftmaschine mit Katalysator, bei dem ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuersignal je nach Verhältnis der Ausgangssignale von Sauerstoffsensoren verändert wird, die am Eingang und am Ausgang des Katalysators angeordnet sind.

US-A-5,355,672 schließlich zeigt ein Tandem-Katalysatorsystem mit einem oberen Katalysator, einem unteren Katalysator und einem Kohlenwasserstoffabsorber, der zwischen den beiden Katalysatoren angeordnet ist, der zur Steuerung der Emission unverbrannter Kohlenwasserstoffe verwendet wird. Dieses System enthält nur einen einzigen Sensor.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Katalysator-Diagnoseverfahren und -system bei einer Mehrzahl von Katalysatoranlagen zu schaffen, bei denen eine Verschlechterung jedes Katalysators sowie die Gesamtverschlechterung aller Katalysatoren leicht und exakt diagnostiziert werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Diagnoseverfahren für eine Katalysatoranlage gemäß den Ansprüchen 1 und 8 sowie durch ein Diagnosesystem für eine Katalysatoranlage gemäß den Ansprüchen 16 und 28. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale ermöglicht.

Es wird hierzu erläuternd – jedoch nicht abweichend – ausgeführt:

Bei dem Diagnoseverfahren einer Katalysatoranlage gemäß einem Aspekt der Erfindung wird: der Betriebszustand eines Verbrennungsmotors erfaßt, das Faktum bestätigt, daß sich der Motor in einem vorbestimmten Betriebsbereich zur Durchführung einer Katalysatordiagnose auf der Basis des erfaßten Betriebszustandes befindet und in jedem Bereich einer Mehrzahl von unterschiedlichen Katalysator-Diagnosebereichen wird das Leistungsvermögen des Katalysators oder der Katalysatorgruppe auf der Basis eines Ausgangssignals eines ersten Abgaskomponentensensors, der stromaufwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist, und des Ausgangssignals eines zweiten Abgaskomponentensensors diagnostiziert, der stromabwärts angeordnet ist (vergl. Anspruch 1).

Das Diagnoseverfahren eines Katalysators gemäß einem

weiteren Aspekt der Erfindung weist folgende Schritte auf dem Abgas, das durch einen oberen Katalysator hindurchgetreten ist, ermöglichen, durch einen unteren Katalysator hindurchzutreten;

dem Abgas, das durch den oberen Katalysator hindurchgetreten ist, ermöglichen, den unteren Katalysator zu überbrücken; und, in jedem der genannten Schritte, das Leistungsvermögen des oberen Katalysators und des unteren Katalysators, oder das Leistungsvermögen einer Katalysatorgruppe, auf der Basis der Ausgangssignale des ersten und des zweiten Abgaskomponentensensors zu diagnostizieren (vergl. Anspruch 8).

Das Diagnosesystem einer Katalysatoranlage gemäß einem Aspekt der Erfindung wird bei einem Verbrennungsmotor angewandt und weist auf eine Detektoreinheit zum Erfassen des Betriebszustandes des Motors; und eine A/F-Verhältnis-Steuereinheit zum Abstimmen der Kraftstoffeinspritzmenge derart, daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis einer Mischung, die in den Motor gesaugt wird, auf einem Zielwert gehalten wird. Weiter umfaßt das Diagnosesystem: eine Katalysatorgruppe, die eine Mehrzahl von in Reihe angeordneten Katalysatoren im Abgaskanal des Motors aufweist; einen ersten Abgaskomponentensensor, der stromaufwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist; einen zweiten Abgaskomponentensensor, der stromabwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist; und eine Diagnoseeinheit zum Diagnostizieren des Leistungsvermögens eines Teils der Katalysatoren oder der Gesamtheit der Katalysatorgruppe auf der Basis der Ausgangssignale der ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren, in Übereinstimmung mit dem erfaßten Betriebszustand (vergl. Anspruch 16). Das Diagnosesystem einer Katalysatoranlage gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird auf einen Verbrennungsmotor angewandt und weist auf: eine Detektoreinheit zum Erfassen des Betriebszustandes des Motors; und eine A/F-Verhältnissteuereinheit zum Abstimmen der Kraftstoffeinspritzmenge, so daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis der Mischung, die in den Motor gesaugt wird, auf einem Zielwert gehalten wird. Weiter umfaßt das Diagnosesystem: eine Katalysatorgruppe, die einen oberen Katalysator stromaufwärts eines Abgaskanals des Motors, und einen unteren Katalysator (Hauptkatalysator) umfaßt, der stromabwärts angeordnet ist; einen ersten Abgaskomponentensensor, der stromaufwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist; einen zweiten Abgaskomponentensensor, der stromabwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist; einen Bypasskanal zum Überbrücken des unteren Katalysators; eine Ventileinrichtung zur Durchführung der Steuerung in der Weise, daß Abgas, welches durch den oberen Katalysator hindurchgetreten ist, durch ein Umschaltsignal durch den unteren Katalysator oder den Bypasskanal hindurchtreten kann; und eine Diagnoseeinheit zum Diagnostizieren des Leistungsvermögens des oberen Katalysators und eines Hauptkatalysators, oder des Leistungsvermögens der Katalysatorgruppe, auf der Basis der Ausgangssignale des ersten und des zweiten Abgaskomponentensensors (vergl. Anspruch 28).

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen weiter erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Diagnosesystems einer Katalysatoranlage in einem Abgassteuersystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ein Kenngrößendiagramm, das die Beziehung zwischen dem Abgaskomponenten-Umwandlungswirkungsgrad und der Abgasdurchflußrate einer Katalysatoranlage darstellt;

Fig. 3 ein Kenngrößendiagramm, das die Beziehung zwischen dem Abgaskomponenten-Umwandlungswirkungs-

grad und der Abgastemperatur einer Katalysatoranlage darstellt;

Fig. 4 ein Diagnoseflußdiagramm des Diagnosesystems der in Fig. 1 dargestellten Katalysatoranlage;

Fig. 5 ein Blockschaltbild eines Diagnosesystems einer Katalysatoranlage in einem Abgas-Steuersystem gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6A und 6B vergrößerte Diagramme eines Hauptabschnittes eines Abgassystems, bei dem der Fall dargestellt wird, daß ein Bypasskanal geöffnet ist, und der Fall, bei dem der Kanal geschlossen ist;

Fig. 7 ein Flußdiagramm, das den Fall des Diagnostizierens eines Startkatalysators im Diagnosesystem der Fig. 5 darstellt; und

Fig. 8 ein Flußdiagramm, das den Fall des Diagnostizierens eines Hauptkatalysators im Diagnosesystem der Fig. 5 darstellt.

Nachfolgend wird ein Katalysator-Diagnosesystem einer Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 ist das grundlegende Aufbaudiagramm eines Diagnosesystems eines Abgasemissionssteuersystems eines Verbrennungsmotors der Erfindung.

In dem System dieser Ausführungsform wird die Durchflußrate Q_a der Ansaugluft, die durch ein Luftfilter (nicht dargestellt) und ein Drosselventil 2 hindurchgetreten ist, durch einen Luftdurchflußsensor 1 gemessen. Der Drosselventilwinkel wird durch einen Drosselsensor 20 erfaßt. Ein Steuergerät 3 des Motors berechnet die richtige Kraftstofffeinspritzmenge auf der Basis des gemessenen Wertes Q_a des Luftdurchflußsensors 1 und der Ausgaben eines Drehzahlsensors 17 und eines O_2 -Sensors 6, oder dergleichen. Kraftstoff wird durch eine Einspritzdüse 4 unter Benutzung des Berechnungsergebnisses F eingespritzt.

Das Steuergerät 3 ist unter Einbeziehung einer Kraftstofffeinspritzmengen-Berechnungseinheit 32, einer Ausgabeinheit 33 und einer Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Rückführungsberechnungseinheit 31 aufgebaut. Die Kraftstofffeinspritzmengen-Berechnungseinheit 32 ermittelt die Basis-Kraftstoffmenge F_o gemäß der nachfolgenden Gleichung (1) auf der Basis der Belastung des Motors, beispielsweise der Ansaugluftdurchflußrate Q_a und dem Erfassungswert der vom Drehzahlsensor 17 gelieferten Drehzahl N_e .

$$F_o = k_o Q_a / N_e \quad (1).$$

Darin bedeutet:

F_o – die Basiseinspritzmenge

Q_a – die Ansaugluftdurchflußrate

N_e – die Drehzahl

k_o – eine Konstante.

Andererseits greift die A/F-Verhältnis-Rückführungsberechnungseinheit 31 den Ausgang des stromaufwärts angeordneten A/F-Verhältnissensors 6 in vorbestimmten Zeitpunkten ab, wodurch sie ein Korrektursignal α in Übereinstimmung mit dem Erfassungswert erzeugt. Die Kraftstofffeinspritzmengen-Berechnungseinheit 32 berechnet die Einspritzmenge F gemäß der folgenden Gleichung (2) unter Berücksichtigung des Korrektursignals α zur Basiseinspritzmenge F_o . Die Einspritzmenge F wird durch die Ausgabeinheit 33 in ein Spannungs-Betriebszustandssignal umgewandelt und an das Kraftstofffeinspritzventil 4 geliefert.

$$F = k_o Q_a / N_e (1 + \alpha) \quad (2)$$

Darin bedeutet:

F – die Einspritzmenge

F_o – die Basiseinspritzmenge

Q_a – die Ansaugluftdurchflußrate

N_e – die Drehzahl

α – das Korrektursignal.

Durch diese Rückführungssteuerung schwankt das Luft/Kraftstoff-Verhältnis des Gasgemisches um einen stöchiometrischen Wert.

Daher ändert sich auch die Ausgabe des O_2 -Sensors 6 in ähnlicher Weise entsprechend der Störung des A/F-Verhältnisses.

Die Mischung der Ansaugluft und des Kraftstoffes strömt durch den Einlaßrohrverteiler 5 und wird in eine Brennkammer des Motors eingespritzt. Nach Beendigung der Schritte der Kompression, der Verbrennung und der Expansion im Zylinder wird das Abgas in den Abgasrohrverteiler 5' ausgelassen. Um die Sauerstoffkonzentration im Abgas zu ermitteln, ist der erste A/F-Verhältnissensor 6 im Abgasrohrverteiler 5' oder am Abgasrohr 16 genau hinter dem Abgasrohrverteiler befestigt. Auf der Basis des Signals des ersten A/F-Verhältnissensors 6 wird die Korrektur (α) der Kraftstofffeinspritzmenge durchgeführt, derart, daß sich das A/F-Verhältnis der Gasmischung dem Zielwert nähert. Im vorliegenden System sind der Startkatalysator 8 und ein Hauptkatalysator 9 seriell als Abgasemissions-Steuersysteme vorgesehen. Die Kapazität des Startkatalysators 8 ist kleiner als diejenige des Hauptkatalysators 9. Weiter ist ein zweiter A/F-Verhältnissensor 7 stromabwärts des Hauptkatalysators 9 befestigt. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Sauerstoffsensoren als A/F-Verhältnissensor benutzt.

Es sei angenommen, daß der Sauerstoffkonzentrationswert im Abgas entsprechend einem stöchiometrischen Luft/Kraftstoff-Verhältniswert auf einen mittleren Wert eingestellt ist, und daß der Sauerstoffsensoren ein binäres Signal gemäß einem Fall erzeugt, bei dem die Sauerstoffkonzentration größer als ein mittlerer Wert ist (magere Mischung), und einem Fall, bei dem die Konzentration kleiner als der mittlere Wert ist (fette Mischung). Gemäß der Erfindung ist es auch möglich, zusätzlich zum Sauerstoffsensoren einen A/F-Verhältnissensoren zu benutzen, der ein Signal erzeugen kann, das ein Signal einer kontinuierlichen Änderung in Übereinstimmung mit einer Änderung des Wertes der Sauerstoffkonzentration im Abgas, entsprechend einer Änderung im A/F-Verhältnis, ist. Weiter können Sensoren zur Erfassung von Abgaskomponenten wie HC, CO, NOx oder dergleichen neben dem Sauerstoffsensoren verwendet werden.

Das Steuergerät 3 ist als Mikrocomputer ausgebildet. Die CPU des Mikrocomputers empfängt von unterschiedlichen externen Sensoren Signale entsprechend den unterschiedlichen Steuerprogrammen, einschließlich der A/F-Verhältnis-Rückführungssteuerung, die in einer Speichervorrichtung gespeichert sind; sie führt das Programm durch und gibt an die anderen externen Geräte Steuersignale aus. Da der Mikrocomputer ein Rechner mit einer allgemein üblichen Struktur ist, sind die CPU und die Speichervorrichtung in der Zeichnung nicht dargestellt.

Nachfolgend wird jeder Abschnitt bzw. Teil der Katalysator-Diagnoseeinheit 10 des Systems der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

Ein Signal, das den Betriebszustand des Motors anzeigt, wird in eine Katalysator-Diagnosebereichs-Beurteilungseinheit 11 durch das Steuergerät 3 eingegeben. Die Diagnosebereichs-Beurteilungseinheit 11 entscheidet darüber, ob der Betriebszustand in einem für die Diagnose eines individuellen Katalysators oder die Diagnose aller Katalysatoren geeigneten Bereich liegt oder nicht.

Bei der vorliegenden Ausführungsform wird ein Korrelationsverfahren zur Ermittlung der Korrelationsbeziehung zwischen den Ausgangssignalen der A/F-Verhältnissensoren 6 und 7 vor und nach dem Katalysator als Katalyse-Dia-

gnosesystem benutzt. Falls sich der obere Katalysator 8 oder der untere Katalysator 9 nicht verschlechtern, nimmt die Änderung der Sauerstoffabgabe (entsprechend einer Fluktuation des A/F-Verhältnisses) im stromabwärts befindlichen Katalysator aufgrund der oxidierenden/reduzierenden Wirkung des Katalysators ab. Dementsprechend nimmt auch die Fluktuation des Ausgangssignals des A/F-Verhältnissensors 7 an der stromabwärts gelegenen Seite ab. Wenn sich die Katalysatoren 8 und 9 verschlechtern, nähert sich jedoch die Fluktuation der Ausgabe des stromabwärts befindlichen A/F-Verhältnissensors 7 der Fluktuation der Ausgabe des stromaufwärts befindlichen Sensors 6. Eine Verschlechterung des Katalysators wird dadurch diagnostiziert, daß der Ähnlichkeit der Fluktuationen der A/F-Verhältnisse vor und nach den Katalysatoren aufmerksam beobachtet wird, wie oben erwähnt. Als ein die Ähnlichkeit der A/F-Verhältnisse vor und nach den Katalysatoren 8 und 9 anzeigender Wert wird die Kreuzkorrelationsfunktion der Ausgangssignale der A/F-Verhältnissensoren 6 und 7 vor und hinter dem Katalysator erhalten. Die Ähnlichkeit der Änderungen der Sauerstoffkonzentrationen im Abgas (entsprechend der Fluktuation des A/F-Verhältnisses) vor und nach den Katalysatoren 8 und 9 wird geprüft. Wenn nämlich die Ähnlichkeit der Ausgangssignale der A/F-Verhältnissensoren 6 und 7 vor und nach den Katalysatoren 8 und 9 groß ist, zeigt die Korrelationsfunktion einen großen Wert. Wenn die Ähnlichkeit gering ist, zeigt die Korrelationsfunktion einen niedrigen Wert.

Wenn die Korrelationsfunktion groß ist, ist auch die Verschlechterung des Katalysators groß. Ist die Korrelationsfunktion klein, ist auch die Verschlechterung klein.

Es kann auch ein anderer Wert als die Kreuzkorrelationsfunktion als ein den Verschlechterungsgrad anzeigender Wert verwendet werden, solange es sich um einen Wert handelt, der die Ähnlichkeit der Fluktuationen der A/F-Verhältnisse vor und nach den Katalysatoren 8 und 9 darstellt.

Anstatt der Korrelationsfunktion können die nachfolgenden Methoden als solche zur Beurteilung der Ähnlichkeit der Ausgaben der A/F-Verhältnissensoren vor und nach den Katalysatoren vorgeschlagen werden.

(1) Die Anzahl der Ausgangspolaritätsumkehrungen in einem vorbestimmten Zeitintervall des Sauerstoffsensors vor und nach (Einlaß und Auslaß) der Katalysatoren werden verglichen.

(2) Die Phasendifferenz zwischen den Ausgangssignalen des Sauerstoffsensors vor und nach den Katalysatoren wird erfaßt.

(3) Das Frequenzverhältnis zwischen den Ausgangssignalen des Sauerstoffsensors vor und nach den Katalysatoren wird erfaßt.

(4) Das Amplitudenverhältnis zwischen den Ausgangssignalen des Sauerstoffsensors vor und nach dem Katalysator wird erfaßt.

(5) Die Ausgabendifferenz zwischen den Ausgangssignalen des A/F-Verhältnissensors vor und nach dem Katalysator wird erfaßt. In diesem Falle erzeugt der A/F-Verhältnissensor ein kontinuierliches Signal entsprechend dem Wert des A/F-Verhältnisses.

(6) Es werden die Komponententransformations-Wirkungsgrade der Ausgangssignale der Abgaskomponentensensoren vor und nach dem Katalysator erfaßt. Der Ausgangskomponentensensor ist in diesem Fall nicht auf den O₂-Sensor beschränkt, sondern es kann irgendeiner der Sensoren zur Erfassung von HC, CO und NO_x benutzt werden.

(7) Die Integrationswerte der Ausgangssignale des Abgaskomponentensensors vor und nach dem Kataly-

sator werden erfaßt.

(8) Die Abgastemperaturen vor und nach dem Katalysator werden verglichen.

Ein Korrelationsfunktionswert der Ausgangssignale des ersten und des zweiten A/F-Verhältnissensors 6 und 7 wird durch eine Korrelationsfunktions-Recheneinheit 12 berechnet. Eine Verschlechterungsbeurteilungseinheit 13 führt die Verschlechterungsdiagnose am oberen und unteren Katalysator 8 und 9 aus, oder sie führt eine Verschlechterungsdiagnose an der Gesamtheit der Katalysatoren 8 und 9 aus.

Wenn entschieden wird, daß der Betriebszustand des Motors in einen Katalysator-Diagnosebereich eingetreten ist, wird die Rechenoperation für jede der Korrelationsfunktionen durchgeführt. Die Bedingungen für die Diagnose umfassen mindestens Bedingungen wie die Drehzahl des Motors, die Belastung, die Ansaugluftmenge, die Kühlwassertemperatur, den A/F-Verhältnis-Rückführungszustand, die Katalysatortemperatur und dergleichen. Die Katalysatortemperatur kann direkt durch Benutzen eines Temperatursensors oder dergleichen gemessen werden, oder sie kann auf der Basis der Betriebstemperatur des Motors abgeleitet werden.

Die Betriebsweise der Korrelationsfunktions-Berechnungseinheit 12 ist folgende. Zuerst werden die Komponenten, die nicht direkt mit der Verschlechterung der Katalysatoren 8 und 9 befaßt sind, nämlich die Komponenten, die einen Fehler verursachen können, wenn die Rechenoperationen unter Benutzung der Korrelationsfunktion durchgeführt werden, aus den Ausgaben der O₂-Sensoren 6 und 7 durch Merkmalswellenform-Entnahmeeinheiten 121 und 122 eliminiert. Als Merkmalswellenform-Entnahmeeinheiten 121 und 122 ist die Verwendung von Differentiationsfiltern, Hochpaßfiltern und Bandpaßfiltern zweckmäßig. Nachfolgend ist das Signal, das durch den O₂-Sensor 6 verursacht wird, durch das Bezugszeichen "x" gekennzeichnet, und das Signal, das durch den O₂-Sensor 7 verursacht wird, ist durch das Bezugszeichen "y" gekennzeichnet.

Eine Autokorrelationsfunktion Φ_{xx} des Ausgangssignals x des O₂-Sensors 6 wird durch eine Autokorrelationsfunktions-Berechnungseinheit 123 entsprechend der nachfolgenden Gleichung (3) berechnet. Eine Kreuzkorrelationsfunktion Φ_{xy} zwischen dem Ausgangssignal x des O₂-Sensors 6 und dem Ausgangssignal y des O₂-Sensors 7 wird durch eine Kreuzkorrelationsfunktions-Berechnungseinheit 124 gemäß der nachfolgenden Gleichung (4) berechnet.

$$\Phi_{xx}(\tau) = \int x(t)x(t - \tau)dt \quad (3)$$

$$\Phi_{xy}(\tau) = \int x(t)y(t - \tau)dt \quad (4)$$

t: Zeit

τ : Phase

Weiter wird die Phase τ in einem Integrationsintervall (0 bis T) der Korrelationsfunktion geändert, wodurch der Maximalwert $(\Phi_{xy})_{\max}$ von Φ_{xy} und der Maximalwert $(\Phi_{xx})_{\max}$ von Φ_{xx} erhalten wird. Unter Verwendung dieser Werte wird die Verschlechterung der Katalysatoren 8 und 9 beurteilt.

Die Verschlechterungsbeurteilungen der Katalysatoren 8 und 9 werden durch die Katalysator-Verschlechterungs-Beurteilungseinheit 13 durchgeführt. Die Katalysator-Verschlechterungs-Beurteilungseinheit 13 berechnet einen Sukzessivverschlechterungsindex θ_1 gemäß der nachfolgenden Gleichung (5). Durch Vergleichen der Indizes θ_1 mit einem vorbestimmten Bezugswert wird die Verschlechterung der Katalysatoren beurteilt.

$$\theta_1 = (\Phi_{xy})_{\max}/(\Phi_{xx})_{\max} \quad (5)$$

Wenn sich nämlich der Katalysator verschlechtert, nimmt die Ähnlichkeit der A/F-Verhältnisstörungen vor und nach den Katalysatoren zu, so daß sich der nachfolgende Verschlechterungsindex $\theta 1$ vergrößert (er nähert sich dem Wert 1).

Die Korrelationsfunktions-Recheneinheit 12 und die Verschlechterungs-Beurteilungseinheit 13 bestehen hauptsächlich aus einem Einzelchip-Mikrocomputer mit einem eingebauten A/D-Umsetzer und einem Hochpaßfilter. Das Hochpaßfilter entspricht den Merkmalswellenform-Entnahme-einheiten 121 und 122.

Die Recheneinheit 12 kann auch unter Verwendung der im US-Patent Nr. 5,341,642, ausgegeben am 30. August 1994, Schaltungsstruktur hergestellt werden.

Obwohl in Fig. 1 nicht dargestellt, ist auch eine Abfrage- bzw. Abtastschaltung der Ausgangssignale der A/F-Verhältnissensoren 6 und 7 für die Korrelationsfunktions-Recheneinheit 12 vorgesehen.

Jeder der berechneten Korrelationsfunktionswerte wird in die Verschlechterungs-Beurteilungseinheit 13 eingegeben und mit einem vorbestimmten Verschlechterungs-Beurteilungspegel jedes Katalysators verglichen. Wenn der Wert den Verschlechterungs-Beurteilungspegel überschreitet, wird entschieden, daß sich der Katalysator verschlechtert hat. Der auf der Diagnose basierende Betriebszustand wird durch die Diagnosebereichs-Beurteilungseinheit 11 in die Verschlechterungs-Beurteilungseinheit 13 eingegeben, und eine Korrektur des Entscheidungsergebnisses aufgrund des Betriebszustandes wird durchgeführt. Weiter wird das Ergebnis der Beurteilung in einem Speicher (nicht dargestellt) gespeichert. Wenn entschieden wird, daß sich der Katalysator verschlechtert hat, beispielsweise durch Aufleuchten einer Anzeigelampe 18, wird das Versagen des Katalysators dem Fahrer angezeigt.

Eines der Merkmale des Diagnosesystems der vorliegenden Ausführungsform besteht darin, daß die Rechenoperationen der Korrelationsfunktionen zur Beurteilung der Verschlechterung jeweils des oberen und des unteren Katalysators stromaufwärts bzw. stromabwärts des Abgasrohres individuell in einer Vielzahl von unterschiedlichen Betriebsbereichen durchgeführt werden. Die Gründe dafür sowie der Diagnosebereich werden nunmehr unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 beschrieben.

Die Fig. 2 und 3 zeigen Abgaskomponenten-Umwandlungswirkungsgrade der Katalysatoren jeweils entsprechend für die Abgasdurchflußrate und den Abgastemperaturzustand. Allgemein wird in vielen Fällen als oberer Katalysator 8 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Abgasrohres ein Katalysator mit einer Kapazität (einem Volumen) verwendet, das kleiner als die Kapazität des unteren Katalysators 9 auf der stromabwärts gelegenen Seite des Abgasrohres ist, um die Aktivierung des Katalysators zu begünstigen. Daher wird, was die Fig. 2 und 3 anbetrifft, eine Erläuterung in bezug auf ein System gegeben, bei dem der obere Katalysator 8 eine Kapazität (ein Volumen) besitzt, das kleiner als die Kapazität des unteren Katalysators 9 ist, und zwar als Ausgangsbedingung.

In Fig. 2 bezeichnet die Abszisse die Abgasdurchflußrate je Zeiteinheit, während die Ordinate den Abtastkomponenten-Umwandlungswirkungsgrad zeigt. In Fig. 3 bezeichnet die Abszisse die Abgastemperatur, und die Ordinate bezeichnet den Abgaskomponenten-Umwandlungswirkungsgrad. Wenn der Umwandlungswirkungsgrad groß ist, ist auch der Reinigungswirkungsgrad der Abgaskomponenten gut. In den Fig. 2 und 3 zeigen die durchgezogenen Linien die Kennlinie des Hauptkatalysators großer Kapazität, wenn er ungebraucht ist, während die gestrichelte Linie die Kennlinie wiedergibt, wenn sich der Hauptkatalysator ver-

schlechtert hat. Die strichpunktierte Linie zeigt die Kennlinie des Startkatalysators geringer Kapazität.

Aus der Umwandlungswirkungsgrad-Kennlinie des Katalysators, bezogen auf die Abgasdurchflußrate der Fig. 2, geht hervor, daß sich in einem relativ engem Abgas-Durchflußratenbereich A zur Zeit einer niedrigen Belastung, die Aktivierungen des oberen Katalysators und des unteren Katalysators mit fast gleicher Geschwindigkeit steigern, und daß der Umwandlungswirkungsgrad die Sättigung erreicht hat. In einem Bereich B hoher Belastung, der den Abgas-Durchflußratenbereich A überschreitet, strömt ein Abgas, das die Kapazität des oberen Katalysators entsprechende Umwandlungsfähigkeit überschreitet. Da das Abgas einer Menge, die so groß ist, daß es nicht durch den Startkatalysator voll gereinigt werden kann, im Hochlastbereich erzeugt wird, verschlechtert sich der Umwandlungswirkungsgrad des oberen Katalysators.

Da im Falle, daß der Motor in einem Hochlastbereich B einer großen Abgas-Durchflußrate betrieben wird, wird daher der Einfluß des Startkatalysators 8 verringert, und im wesentlichen wird nur die Verschlechterung des unteren Katalysators 9 diagnostiziert, falls die Korrelationsfunktion auf der Basis der stromaufwärts bzw. stromabwärts befindlichen Sauerstoffsensoren 6 bzw. 7 erhalten wird.

Wie aus der Beziehung zwischen dem Umwandlungswirkungsgrad des Katalysators und der Abgastemperatur der Fig. 3 deutlich hervorgeht, erreicht beispielsweise im Falle eines Betriebsbereiches C bei niedriger Abgastemperatur, wie etwa im Zustand kurz nach dem Start des Motors, die Temperatur des oberen Katalysators 8 geringer Kapazität, der an einer Stelle in der Nähe des Abgasrohrverteilers 5' angeordnet ist, die Katalysator-Aktivierungstemperatur früher als der untere Katalysator 9. In diesem Temperaturbereich C ist der untere Katalysator 9 noch nicht aktiviert. Wenn der Betriebsbereich des Motors im Bereich C der niedrigen Abgastemperatur liegt, oder im Zeitpunkt kurz nach dem Start des Motors, wird daher der Einfluß durch den unteren Katalysator 9 verringert, und im wesentlichen kann die Verschlechterung nur des oberen Katalysators 8 diagnostiziert werden, sofern die Korrelationsfunktion auf der Basis der Ausgaben jeweils des stromaufwärts bzw. stromabwärts befindlichen Sauerstoffsensors 6 bzw. 7 erhalten wird.

Unter Bezugnahme auf die Diagnose aller stromaufwärts und stromabwärts befindlichen Katalysatoren werden die Verschlechterungen gleichzeitig in einem Betriebsbereich diagnostiziert, in welchem der Abgas-Umwandlungswirkungsgrad sowohl des oberen, als auch des unteren Katalysators dargestellt werden kann. Gleichwohl unterscheidet sich der betreffende Diagnosebereich jeweils nach dem System. Beispielsweise wird der Diagnosebereich auf einen Betriebs- bzw. Lastbereich, in welchem die Abgas-Durchflußrate kleiner als die obere Grenze der Fähigkeit des oberen Katalysators 8 ist, und auf eine Abgas-Durchflußrate (oder Katalysatortemperatur) solcher Art eingestellt, daß ein Aktivierungszustand erreicht werden kann, in welchem der Unterschied des Verschlechterungszustandes des unteren Katalysators 9 ausreichend beurteilt werden kann. Ein solcher Betriebsbereich ist beispielsweise der Bereich A in Fig. 2.

Der obere und der untere Katalysator sowie der oben beschriebene Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Gesamtheit der Katalysatoren unterscheiden sich je nach dem Typ des Emissionssteuersystems. Daher werden sie bei jedem individuellen Emissionssteuersystem zuvor experimentell bestimmt. Der dem Katalysator-Diagnosebereich entsprechende Betriebsbereich wird beispielsweise auf der Basis mindestens eines Parameters oder mehrerer der folgenden Betriebszustandsparameter beurteilt (Erfassungswerte

durch die Sensoren und dergleichen, interne Rechenoperationenwerte im Steuergerät), welche bei der Motorsteuerung benutzt werden: nämlich die Motordrehzahl; die Motorbelastung; die Ansaugluftmenge des Motors; der Öffnungsgrad des Drosselventils; das Leerlauf-Beurteilungssignal; die Fahrzeuggeschwindigkeit; die Temperatur des Kühlwassers des Motors; die Temperatur des Motoröls; der Motorsteuerbetrag zur Zeit des Leerlaufbetriebs; die Kraftstoffeinspritzmenge; die Katalysatortemperatur; die Katalysator-Aktivierungszustandsinformation; Temperaturen der A/F-Verhältnissensoren; die Aktivierungszustandsinformation der A/F-Verhältnissensoren; und dergleichen.

Fig. 4 ist ein Steuerflußdiagramm für das in Fig. 1 dargestellte Diagnosesystem. Dazu wird nun eine Erläuterung unter Bezugnahme auf Fig. 4 gegeben.

Wenn der Motor gestartet ist, geht das Steuergerät 3 in Betrieb; die Steuerung läuft an, und das Programm wird gestartet. Als erstes wird in Schritt 201 geprüft, ob der Motor im Betriebsbereich für die Diagnose des oberen Katalysators 8 liegt. Falls ja, folgt Schritt 202. In Schritt 202 wird Diagnose-Start-Flag des Startkatalysators 8 gesetzt. In Schritt 205 wird die Korrelationsfunktion auf der Basis der Ausgangssignale des ersten und des zweiten A/F-Verhältnissensors 6 und 7 berechnet.

Wenn in Schritt 201 entschieden ist, daß der Betriebsbereich nicht der Diagnosebereich des oberen Katalysators 8 ist, erfolgt in Schritt 203 eine Prüfung daraufhin, ob es sich um den Betriebsbereich zum Diagnostizieren des unteren Katalysators 9 handelt. Wenn der Betriebsbereich der Diagnosebereich des unteren Katalysators 9 ist, wird in Schritt 204 das Diagnose-Start-Flag des unteren Katalysators 9 gesetzt. In Schritt 205 wird die Korrelationsfunktion auf der Basis der Ausgangssignale des ersten und des zweiten A/F-Verhältnissensors 6 und 7 berechnet.

Wenn der Betriebsbereich nicht der Diagnosebereich des unteren Katalysators 9 ist, geht in Schritt 212 die Bearbeitungsroutine von RETURN nach START zurück und das Programm wird erneut gestartet. Die Steuerung kann auch durch Ersetzen des Schrittes 203 für die Gesamtanalyse der beiden Katalysatoren durchgeführt werden.

In Schritt 206 wird weiter jedes der obigen Rechenoperationsergebnisse im Speicher (nicht dargestellt) gespeichert, und die Bearbeitungsroutine rückt nach Schritt 207 vor.

In Schritt 207 wird der Korrelationsfunktionswert des oberen Katalysators 8 oder des unteren Katalysators 9 mit einem entsprechenden, vorbestimmten Verschlechterungs-Beurteilungspegel verglichen. Wenn das Diagnoseergebnis irgendeines der obigen Katalysatoren den Beurteilungspegel überschreitet, wird in Schritt 208 entschieden, daß sich der den Beurteilungspegel überschreitende Katalysator verschlechtert hat. Im Falle, daß der Katalysator nicht wirksam arbeitet, wird der betreffende Prozeß ausgeführt. Wenn der Korrelationsfunktionswert den Beurteilungspegel nicht überschreitet, wird in Schritt 209 im Falle, daß der Katalysator wirksam ist, wird der entsprechende Prozeß durchgeführt. Beispielsweise wird das Einschalten der Alarmlampe 18 oder ähnliches durchgeführt.

In Schritt 210 wird ein entsprechender Prozeß zum Informieren des Bedieners über die Verschlechterung des Katalysators durchgeführt.

In Schritt 211 wird ein entsprechender Prozeß zum Löschen des Diagnose-Flag am Ende der Diagnose durchgeführt. Die Bearbeitungsroutine wird in Schritt 212 von RETURN nach START zurückgeführt. Das Programm wird dann erneut gestartet.

Fig. 5 ist ein Blockschaltbild, das ein System gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung darstellt. Fig. 5 unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten System in

bezug auf den folgenden wichtigen Punkt. Es ist nämlich ein Bypaßkanal 14 und ein Bypaßventil 15 vorgesehen, wodurch es dem Abgas, das durch den oberen Katalysator 8 hindurchgetreten ist, ermöglicht wird, unter Überbrückung zum Abgaskanal 16 an der stromabwärts gelegenen Seite des unteren Katalysators 9 geleitet zu werden. In Fig. 5 sind die gleichen Komponentenelemente und Mittel wie die der ersten Ausführungsform in Fig. 1 mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, so daß ihre Beschreibung hier entfällt.

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Diagnosesystem wird, wenn der Startkatalysator 8 diagnostiziert wird, wie in einem Teilvergrößerungsdiagramm der Fig. 6A dargestellt, das System in einen Zustand versetzt, in welchem das Bypaßventil 15, das im normalen Betriebsmodus geschlossen ist, durch ein Schaltsteuersignal P geöffnet wird. Das Abgas, das durch den oberen Katalysator 8 gereinigt worden ist, strömt durch den Bypaßkanal 14 und weiter zum Abgaskanal 16 an der stromabwärts gelegenen Seite des unteren Katalysators 9. Die Diagnose des oberen Katalysators 8 wird daher die gleiche wie die des Einzelkatalysators. Da das Abgas, das vom A/F-Verhältnissensor 7 auf der stromabwärts gelegenen Seite erfaßt wird, nicht durch den unteren Katalysator 9 beeinflusst wird, kann die individuelle Diagnose des oberen Katalysators 8 sogar im Betriebsbereich mit einem weiten Umfang ohne Begrenzung der Zeitgabe kurz nach dem Start bei einer niedrigen Temperatur (Bereich C in Fig. 3) durchgeführt werden.

In einer der Ausführungsformen der Fig. 1 ähnlichen Weise kann im Diagnosesystem die Diagnose des oberen Katalysators 8 und des unteren Katalysators 9, oder die Diagnose der Gesamtheit der Katalysatoren 8 und 9, auf der Basis der Korrelationsbeziehung zwischen den Ausgangssignalen des ersten und des zweiten A/F-Verhältnissensors 6 und 7 durchgeführt werden.

Fig. 6A zeigt einen Zustand, in welchem das Bypaßventil 15 im Falle der Diagnose des oberen Katalysators 8 im Diagnosesystem der vorliegenden Ausführungsform offen ist. Fig. 7 ist ein Steuerflußdiagramm für einen solchen Zustand, und nachfolgend wird es unter Bezugnahme auf Fig. 7 beschrieben.

Wenn der Motor gestartet ist, arbeitet das Steuergerät 3, und die Steuerung wird gestartet. Auch das Programm wird gestartet. Zuerst entscheidet die Katalyse-Diagnosebereichs-Beurteilungseinheit 11 in Schritt 401, ob der bestehende Betriebsbereich des Motors ein Diagnosebereich des oberen Katalysators 8 ist oder nicht. Wenn der Betriebsbereich der Diagnosebereich des oberen Katalysators 8 ist, folgt Schritt 402.

Wenn in Schritt 401 entschieden wird, daß der bestehende Betriebsbereich nicht der Diagnosebereich des oberen Katalysators 8 ist, kehrt die Bearbeitungsroutine in Schritt 410 von RETURN nach START zurück. Das Programm wird dann erneut gestartet. In Schritt 402 erfolgt eine Prüfung daraufhin, ob das Bypaßventil 15 offen ist. Wenn das Bypaßventil 15 offen ist, folgt Schritt 404. Wenn das Bypaßventil 15 geschlossen ist, folgt Schritt 403, und das Öffnen des Bypaßventils 15 wird befohlen. Die Bearbeitungsroutine rückt zum nächsten Schritt 404 vor.

In Schritt 404 wird die Korrelationsfunktion zwischen den Ausgangssignalen des ersten und des zweiten A/F-Verhältnissensors, welche vor und nach dem Katalysator 8 angeordnet sind, durch die Korrelationsfunktions-Berechnungseinheit 12 berechnet. Dann wird ein entsprechender Prozeß zum Speichern des Berechnungsergebnisses durchgeführt. Nach Beendigung der Rechenoperation für die Korrelationsfunktion sowie dem entsprechenden Prozeß zum Speichern des Rechenergebnisses wird in Schritt 405 das

Bypaßventil 15 geschlossen. In Schritt 406 wird der berechnete Korrelationsfunktionswert mit einem vorbestimmten Verschlechterungs-Beurteilungspegel durch die Verschlechterungs-Beurteilungseinheit 13 verglichen. Wenn der Korrelationsfunktionswert den Verschlechterungs-Beurteilungspegel überschreitet, wird in Schritt 407 entschieden, daß sich der Katalysator verschlechtert hat, so daß ein entsprechender Prozeß im Falle des unwirksamen Katalysators durchgeführt wird. Andererseits wird in Schritt 408, wenn der Korrelationsfunktionswert den Beurteilungspegel nicht überschreitet, der entsprechende Prozeß im Falle des wirksamen Katalysators durchgeführt. In Schritt 409 wird die Verschlechterung des Katalysators angezeigt. Beispielsweise wird die Tatsache, daß sich der Katalysator verschlechtert hat, dem Fahrer durch das Einschalten einer Alarmleuchte 18 oder dergleichen, mitgeteilt.

Als Verfahren zum Diagnostizieren des unteren Katalysators 9 oder der Gesamtheit der Katalysatoren 8 und 9 wird ein der ersten Ausführungsform der Fig. 1 ähnliches Verfahren benutzt. Wie in Fig. 6B dargestellt, wird die Diagnose bei geschlossenem Bypaßventil 15 durchgeführt. Als Diagnosebedingung für den unteren Katalysator 9 muß die Diagnose unter einer Betriebsbedingung (beispielsweise A in Fig. 2) solcher Art durchgeführt werden, daß sich der Betriebsbereich in einem hohen Lastbereich befindet, in welchem die Reinigungsfunktion nicht maximal genutzt werden kann, selbst wenn sich der Startkatalysator 8 nicht verschlechtert, der untere Katalysator 9 ausreichend aktiviert wurde oder wenn sich der Abgaszustand nicht verschlechtert. Alle Diagnosebedingungen sind denen des Falles gemäß Fig. 1 ähnlich.

Fig. 8 zeigt ein Steuerflußdiagramm für die Diagnose des Hauptkatalysators 9 im Zustand der Fig. 6B. Es wird nachfolgend erläutert. Die gesamte Diagnose kann auch durch einen Steuerfluß ähnlich dem oben erwähnten, durchgeführt werden.

Zuerst entscheidet in Schritt 601 die Katalysator-Diagnosebereichs-Beurteilungseinheit 11 darüber, ob der vorliegende Betriebsbereich des Motors im Diagnosebereich des unteren Katalysators 9 liegt, oder nicht. Wenn in Schritt 601 entschieden wird, daß der vorliegende Betriebsbereich nicht der Diagnose-Betriebsbereich des unteren Katalysators 9 ist, kehrt in Schritt 609 die Bearbeitungsroutine von RETURN zu START zurück, und das Programm wird erneut gestartet. Wenn der vorliegende Betriebszustand innerhalb des Diagnosebereichs des Hauptkatalysators 9 liegt, folgt Schritt 602. In Schritt 602 wird eine Prüfung daraufhin gemacht, ob das Bypaßventil 15 geschlossen worden ist. Wenn das Bypaßventil 15 offen ist, wird in Schritt 603 das Bypaßventil 15 geschlossen, wie in Fig. 6B dargestellt.

Wenn das Bypaßventil 15 geschlossen ist, folgt Schritt 604. In Schritt 604 wird die Korrelationsfunktion zwischen den Ausgangssignalen des ersten und des zweiten A/F-Verhältnissensors 6 und 7 durch die Korrelationsfunktions-Berechnungseinheit 12 berechnet, und das Berechnungsergebnis wird gespeichert. Nach Beendigung der Rechenoperation für den Korrelationsfunktionswert wird der berechnete Korrelationsfunktionswert in Schritt 605 durch die Verschlechterungs-Beurteilungseinheit 13 mit dem vorbestimmten Verschlechterungs-Beurteilungspegel verglichen. Wenn der Korrelationsfunktionswert den Verschlechterungs-Beurteilungspegel überschreitet, wird in Schritt 606 entschieden, daß sich der Katalysator verschlechtert hat. Im Falle des unwirksamen Katalysators wird der entsprechende Prozeß durchgeführt. Wenn andererseits der Korrelationsfunktionswert den Beurteilungspegel nicht überschreitet, folgt Schritt 607, und im Falle des wirksamen Katalysators wird der entsprechende Prozeß durchgeführt. Wenn in

Schritt 608 entschieden wird, daß sich der Hauptkatalysator 9 verschlechtert hat, wird die Verschlechterung des Katalysators angezeigt. Beispielsweise wird die Verschlechterung des Katalysators dem Fahrer durch das Einschalten der Alarmleuchte 18 oder dergleichen, mitgeteilt.

Gemäß dieser Ausführungsform kann die individuelle Diagnose leicht durchgeführt werden, so daß jeder Katalysator (nämlich der obere oder der untere Katalysator 8 bzw. 9) oder die Gesamtheit der Katalysatoren 8 und 9 in der gleichen Weise wie im Falle des Einzelkatalysators behandelt werden können. Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Katalysator-Diagnosesystems der Erfindung kann nämlich zum Ermitteln der Korrelationsfunktion, anstelle des stromaufwärts befindlichen Sauerstoffsensors 6, die Ausgabe α der A/F-Verhältnis-Rückführungsberechnungseinheit 31, nämlich ein A/F-Verhältnis-Korrekturkoeffizient verwendet werden. In diesem Falle wird die Korrelationsfunktion zwischen dem Signal von α und dem stromabwärts befindlichen Sauerstoffsensor 7 unter Anwendung eines Berechnungsverfahrens durchgeführt, das demjenigen der Ausführungsform der Fig. 1 ähnlich ist.

Da im Signal des A/F-Verhältnis-Korrekturkoeffizienten α eine Information enthalten ist, welche die Abweichung vom stöchiometrischen Wert des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses der Gasmischung anzeigt, wird die Verschlechterungsbeurteilungsgenauigkeit stärker verbessert als im Falle der Benutzung der Ausgabe des stromaufwärts befindlichen Sauerstoffsensors 6.

Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, wird gemäß dem Diagnosesystem der Katalysatoren des Abgasemissions-Steuersystems gemäß der Erfindung trotz der Tatsache, daß es sich um das Abgasemissions-Steuersystem mit einer Mehrzahl von Katalysatoren handelt, die Korrelationsbeziehung zwischen den Ausgangssignalen der A/F-Verhältnissensoren vor und nach den Katalysatoren durch Überprüfen jedes Katalysators in verschiedenen Bereichen diagnostiziert, wodurch das Durchführen der individuellen Analyse jedes Katalysators ermöglicht wird.

Patentansprüche

1. Diagnoseverfahren für eine Katalysatoranlage bei einem Verbrennungsmotor, die aufweist: Einrichtungen (1, 20, 17) zum Erfassen des Betriebszustandes des Verbrennungsmotors; eine Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) zum Abstimmen der Kraftstoffeinspritzmenge in der Weise, daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis einer Mischung, die in den Verbrennungsmotor gesaugt wird, auf einem Zielwert gehalten wird; und eine Mehrzahl von Katalysatoren (Katalysatoranlage), die nacheinander im Abgaskanal (5', 16) des Verbrennungsmotors angeordnet sind, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Bestätigen (201, 203), daß sich der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Betriebsbereich befindet, um eine Katalysatordiagnose auf der Basis des erfaßten Betriebsbereichs durchzuführen; und Diagnostizieren des Leistungsvermögens des Katalysators (Katalysatoranlage) oder des Leistungsvermögens der Katalysatoren auf der Basis eines Ausgangssignals eines ersten Abgaskomponentensensors (6), der stromaufwärts der Katalysatoren angeordnet ist, sowie eines Ausgangssignals eines zweiten Abgaskomponentensensors (7), der stromabwärts angeordnet ist, in jedem Bereich einer Mehrzahl von unterschiedlichen Katalysator-Diagnosebereichen (A, B, C), jeweils entsprechend den unterschiedlichen Betriebsbereichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Betriebs-

bereich zum Diagnostizieren des unteren Katalysators (9), der stromabwärts des Abgaskanals angeordnet ist, ein Hochlastbereich (B) mit einer Belastung ist, die größer als diejenige des Betriebsbereichs zum Diagnostizieren des stromaufwärts angeordneten oberen Katalysators ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren des stromaufwärts angeordneten oberen Katalysators (8) ein Bereich (C) vor dem Aktivieren des stromabwärts angeordneten unteren Katalysators ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Katalysatoren der Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Gesamtheit der Katalysatoren ein Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird und ein vorbestimmter Katalysator-Temperaturbereich ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das weiter folgende Schritte aufweist:
Berechnen (205) einer Korrelationsfunktion zwischen den Ausgangssignalen der ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren (6, 7);
Vergleichen (207) der Korrelationsfunktion, die rechnerisch ermittelt wurde, mit einem Bezugswert; und
Entscheiden (208), daß sich der Katalysator oder die Katalysatoren im Falle verschlechtert haben, daß die Korrelationsfunktion dem Bezugswert entspricht oder größer als dieser ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung ein Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignal (α) zum Korrigieren einer Abweichung vom Ziel-Luft/Kraftstoff-Verhältnis auf der Basis des vom ersten Abgaskomponentensensor (6) gelieferten Ausgangssignals erzeugt, und daß die Korrelationsfunktion zwischen dem Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignal und dem Ausgangssignal des zweiten Abgaskomponentensensors errechnet wird.

8. Diagnoseverfahren für einen Katalysator bei einem Verbrennungsmotor, der aufweist:

Einrichtungen (1, 20, 17) zum Erfassen des Betriebszustandes des Verbrennungsmotors; eine Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) zum Abstimmen der Kraftstoffeinspritzmenge, derart, daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis einer Mischung, die in den Verbrennungsmotor gesaugt wird, beibehalten wird; und einen oberen Katalysator (8) sowie einen unteren Katalysator (9), die nacheinander jeweils entsprechend stromaufwärts und stromabwärts eines Abgaskanals (5', 16) des Verbrennungsmotors angeordnet sind; wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Ermöglichen (603), daß das Abgas, das durch den oberen Katalysator (8) hindurchgetreten ist, durch den unteren Katalysator (9) hindurchtritt;

Ermöglichen (403), daß das Abgas, welches durch den oberen Katalysator (8) hindurchgetreten ist, den unteren Katalysator (9) überbrückt; und

Diagnostizieren des Leistungsvermögens des oberen Katalysators (8) und des unteren Katalysators (9), oder des Leistungsvermögens der Katalysatoren, auf der Basis der Ausgangssignale der ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren (6, 7), jeweils in jedem der genannten Schritte (603, 403).

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem im Falle des Diagnostizierens des oberen Katalysators (8) das Abgas, das durch den oberen Katalysator (8) hindurchgetreten ist, den unteren Katalysator (9) überbrückt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, das weiter die Schritte (401, 601) zum Entscheiden darüber umfaßt, daß der Verbrennungsmotor sich in einem vorbestimmten Bereich befindet, auf der Basis des erfaßten Betriebszustandes; und wobei der vorbestimmte Betriebsbereich zum Diagnostizieren des oberen Katalysators (8) und des unteren Katalysators (9) auf unterschiedliche Betriebsbereiche (A, B, C) eingestellt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren des unteren Katalysators (9) ein Hochlastbereich (B) einer Belastung ist, die größer als diejenige des Betriebsbereichs zum Diagnostizieren des oberen Katalysators (8) ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Gesamtheit des oberen Katalysators (8) und des unteren Katalysators (9) ein Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Gesamtheit des oberen Katalysators (8) und des unteren Katalysators (9) ein Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird, und der ein vorbestimmter Katalysator-Temperaturbereich ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, das weiter folgende Schritte aufweist:

Berechnen (404, 604) einer Korrelationsfunktion zwischen den Ausgangssignalen der ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren (6, 7);

Vergleichen (406, 605) der Korrelationsfunktion, die errechnet wurde, mit einem Bezugswert; und

Entscheiden (407, 607), daß sich der Katalysator im Falle verschlechtert hat, daß die Korrelationsfunktion dem Bezugswert entspricht oder größer als dieser ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem die Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) ein Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignal (α) erzeugt, um eine Abweichung vom Ziel-Luft/Kraftstoff-Verhältnis auf der Basis des vom ersten Abgaskomponentensensor (6) gelieferten Ausgangssignals erzeugt; und daß die Korrelationsfunktion zwischen dem Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignal und dem Ausgangssignal des zweiten Abgaskomponentensensors berechnet wird.

16. Diagnosesystem einer Katalysatoranlage zum Steuern des Abgases in einem Verbrennungsmotor, mit Einrichtungen (1, 20, 17) zum Erfassen des Betriebszustandes des Verbrennungsmotors, und mit einer Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) zum Abstimmen der Kraftstoffeinspritzmenge in der Weise, daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis der Mischung, die in den Verbrennungsmotor gesaugt wird, auf einen Zielwert, aufweisend:

eine Katalysatorgruppe, die eine Mehrzahl von Katalysatoren (8, 9) umfaßt, die nacheinander in einem Abgaskanal (5', 16) des Verbrennungsmotors angeordnet sind;

einen ersten Abgaskomponentensensor (6), der stromaufwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist;

einen zweiten Abgaskomponentensensor (7), der stromabwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist; und

Diagnoseeinrichtungen (11, 12, 13) zum Diagnostizieren des Leistungsvermögens eines Teils der Mehrzahl der Katalysatoren (8, 9), oder des Leistungsvermögens der Katalysatorgruppe auf der Basis von Ausgangssignalen des ersten und des zweiten Abgaskomponentensensors (6, 7) in Übereinstimmung mit dem Betriebszustand, der durch die Einrichtungen zum Erfassen des Betriebszustandes erfaßt wird.

17. System nach Anspruch 16, bei dem die Diagnoseeinrichtungen (11, 12, 13) eine Diagnosebereichs-Beurteilungseinrichtung (11) zum Informieren darüber aufweisen, daß sich der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Betriebsbereich befindet, auf der Basis des erfaßten Betriebszustandes; und wobei weiter die Diagnoseeinrichtungen den stromaufwärts der Katalysatorgruppe angeordneten oberen Katalysator (8) sowie den stromabwärts angeordneten Katalysator (9) jeweils in zugewiesenen, unterschiedlichen Betriebsbereichen (A, B, C) diagnostizieren.

18. System nach Anspruch 17, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren des stromabwärts angeordneten Katalysators (9) ein Hochlastbereich (B) einer Belastung ist, die größer als diejenige des Betriebsbereichs zum Diagnostizieren des stromaufwärts angeordneten oberen Katalysators (8) ist.

19. System nach Anspruch 17 oder 18, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren des stromaufwärts angeordneten oberen Katalysators (8) ein Bereich (C) vor dem Aktivieren des stromabwärts angeordneten Hauptkatalysators (9) ist.

20. System nach einem der Ansprüche 17 bis 19, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Katalysatorgruppe der Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird.

21. System nach einem der Ansprüche 17 bis 19, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der gesamten Katalysatorgruppe ein Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird, und ein vorbestimmter Katalysator-Temperaturbereich ist.

22. System nach einem der Ansprüche 16 bis 21, bei dem der stromaufwärts angeordnete obere Katalysator (8) eine Katalysekapazität besitzt, die kleiner als diejenige des stromabwärts angeordneten unteren Katalysators (9) ist.

23. System nach einem der Ansprüche 16 bis 22, bei dem die Katalysatorgruppe zwei Katalysatoren (8, 9) umfaßt, die stromaufwärts und stromabwärts eines Abgaskanals angeordnet sind.

24. System nach einem der Ansprüche 16 bis 23, bei dem die Diagnoseeinrichtungen aufweisen:

eine Einrichtung (12) zum Berechnen der Korrelationsfunktion zwischen den Ausgangssignalen der ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren (6, 7); und eine Einrichtung (13) zum Vergleichen der Korrelationsfunktion, die berechnet wurde, mit einem Bezugswert, wodurch entschieden wird, daß sich der Katalysator oder die Katalysatorgruppe im Falle verschlechtert hat, daß die Korrelationsfunktion dem Bezugswert entspricht oder größer als dieser ist.

25. System nach einem der Ansprüche 16 bis 24, bei dem die ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren (6, 7) Sauerstoffsensoren zum Erzeugen von Signalen zur Erfassung des Falles sind, bei dem die Sauerstoffkonzentration im Abgas größer als ein vorbestimmter Wert ist, sowie des Falles, bei dem die Sauerstoffkonzentration kleiner als der vorbestimmte Wert

ist.

26. System nach einem der Ansprüche 16 bis 25, bei dem die Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) eine Einrichtung (31) zum Erzeugen eines Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignals (α) zum Korrigieren der Abweichung vom Ziel-Luft/Kraftstoff-Verhältnis auf der Basis des vom ersten Abgaskomponentensensors (6) gelieferten Ausgangssignals aufweist, und wobei die Korrelationsfunktions-Berechnungseinrichtung (12) die Korrelationsfunktion zwischen dem Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignal und dem Ausgangssignal des zweiten Abgaskomponentensensors (7) berechnet.

27. System nach einem der Ansprüche 16 bis 26, das weiter eine Einrichtung (18) zum Melden einer Verschlechterung als Antwort auf die Tatsache aufweist, daß sich der Katalysator verschlechtert hat.

28. Diagnosesystem für einen Katalysator zum Steuern des Abgases in einem Verbrennungsmotor, mit Einrichtungen (1, 20, 17) zum Erfassen des Betriebszustandes des Verbrennungsmotors, und mit einer Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) zum Abstimmen der Kraftstoffeinspritzmenge, derart, daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis einer Mischung, die in den Verbrennungsmotor gesaugt wird, auf einem Zielwert gehalten wird, aufweisend:

eine Katalysatorgruppe, die einen oberen Katalysator (8), der stromaufwärts eines Abgaskanals (5', 16) des Verbrennungsmotors angeordnet ist, und einen unteren Katalysator (9) aufweist, der stromabwärts angeordnet ist;

einen ersten Abgaskomponentensensor (6), der stromaufwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist;

einen zweiten Abgaskomponentensensor (7), der stromabwärts der Katalysatorgruppe angeordnet ist; einen Bypasskanal (14) zum Überbrücken des unteren Katalysators (9);

eine Ventileinrichtung (15) zum Steuern in der Weise, daß es dem Abgas, welches durch den oberen Katalysator (8) hindurchgetreten ist, ermöglicht, gemäß einem Umschaltsignal entweder durch den Hauptkatalysator (9), oder den Bypasskanal (14) hindurchzutreten; und Diagnoseeinrichtungen (11, 12, 13) zum Diagnostizieren des Leistungsvermögens des oberen Katalysators (8) und des unteren Katalysators (9), oder des Leistungsvermögens der Katalysatorgruppe, auf der Basis von Ausgangssignalen der ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren (6, 7).

29. System nach Anspruch 28, das weiter eine Steuereinrichtung (3) zum Liefern des Umschaltsignals an die Ventileinrichtung (15) umfaßt, um es dem Abgas, das durch den oberen Katalysator (8) hindurchgetreten ist, zu ermöglichen, im Falle des Diagnostizierens des oberen Katalysators (8) durch den Bypasskanal (14) hindurchzutreten.

30. System nach Anspruch 28 oder 29, bei dem die Diagnoseeinrichtung eine Diagnosebereichs-Beurteilungseinrichtung (11) zum Informieren darüber umfaßt, daß der Verbrennungsmotor sich in einem vorbestimmten Betriebsbereich befindet, auf der Basis des erfaßten Betriebsbereichs, und bei dem die Diagnoseeinrichtung weiter den oberen Katalysator (8) und den unteren Katalysator (9) in zugewiesenen, unterschiedlichen Betriebsbereichen (A, B, C) diagnostiziert.

31. System nach Anspruch 30, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren des unteren Katalysators (9) ein Hochlastbereich (B) mit einer Belastung ist, die größer als die des Betriebsbereichs zum Diagnostizie-

ren des oberen Katalysators (8) ist.

32. System nach Anspruch 30 oder 31, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Katalysatorgruppe der Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird. 5

33. System nach Anspruch 30 oder 31, bei dem der Betriebsbereich zum Diagnostizieren der Katalysatorgruppe ein Bereich ist, in welchem der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Lastbereich (A) betrieben wird, und der ein vorbestimmter Katalyse-Temperaturbereich ist. 10

34. System nach einem der Ansprüche 28 bis 33, bei dem der obere Katalysator (8) eine Katalysekapazität besitzt, die kleiner als diejenige des unteren Katalysators (9) ist. 15

35. System nach einem der Ansprüche 28 bis 34, bei dem die Diagnoseeinrichtungen aufweisen:
eine Einrichtung (12) zum Berechnen der Korrelationsfunktion zwischen den Ausgangssignalen der ersten und zweiten Abgaskomponentensensoren (6, 7); und
eine Einrichtung (13) zum Vergleichen der Korrelationsfunktion, die berechnet wurde, mit einem Bezugswert, wodurch entschieden wird, daß sich der Katalysator oder die Katalysatorgruppe im Falle verschlechtert hat, daß die Korrelationsfunktion dem Bezugswert entspricht oder größer als dieser ist. 20 25

36. Diagnosesystem einem der Ansprüche 28 bis 35, bei dem der erste und der zweite Abgaskomponentensensor (6, 7) Sauerstoffsensoren zum Erzeugen von Signalen zur Erfassung des Falles sind, bei dem die Sauerstoffkonzentration im Abgas größer als ein vorbestimmter Wert ist, sowie des Falles, bei dem die Sauerstoffkonzentration kleiner als der vorbestimmte Wert ist. 30 35

37. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 28 bis 36, bei dem die Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung (3) eine Einrichtung (31) zum Erzeugen eines Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignals (α) zum Korrigieren der Abweichung vom Ziel-Luft/Kraftstoff-Verhältnis auf der Basis des vom ersten Abgaskomponentensensor (6) gelieferten Ausgangssignals aufweist, und wobei die Korrelationsfunktions-Berechnungseinrichtung (12) die Korrelationsfunktion zwischen dem Kraftstoffeinspritzmengen-Korrektursignal und dem Ausgangssignal des zweiten Abgaskomponentensensors (7) berechnet. 40 45

38. System nach einem der Ansprüche 28 bis 37, das weiter eine Einrichtung (18) zum Melden einer Verschlechterung als Antwort auf die Tatsache aufweist, daß sich der Katalysator verschlechtert hat. 50

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

FIG.2

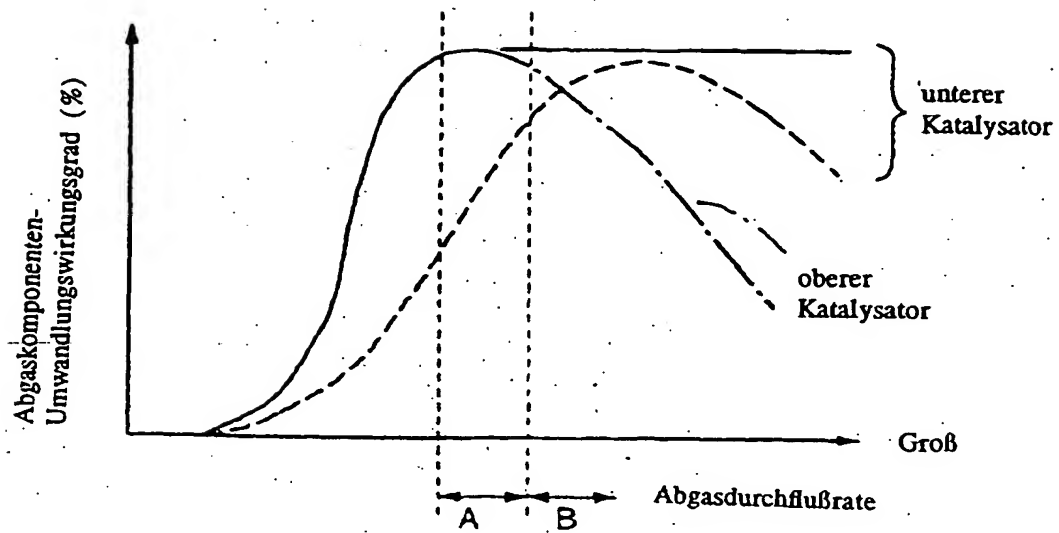


FIG.3

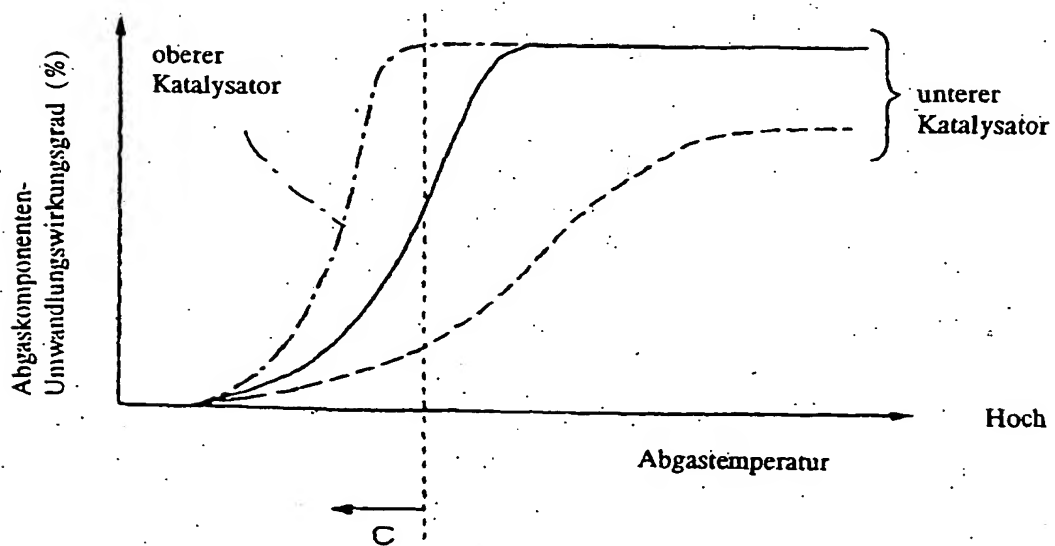


FIG.4

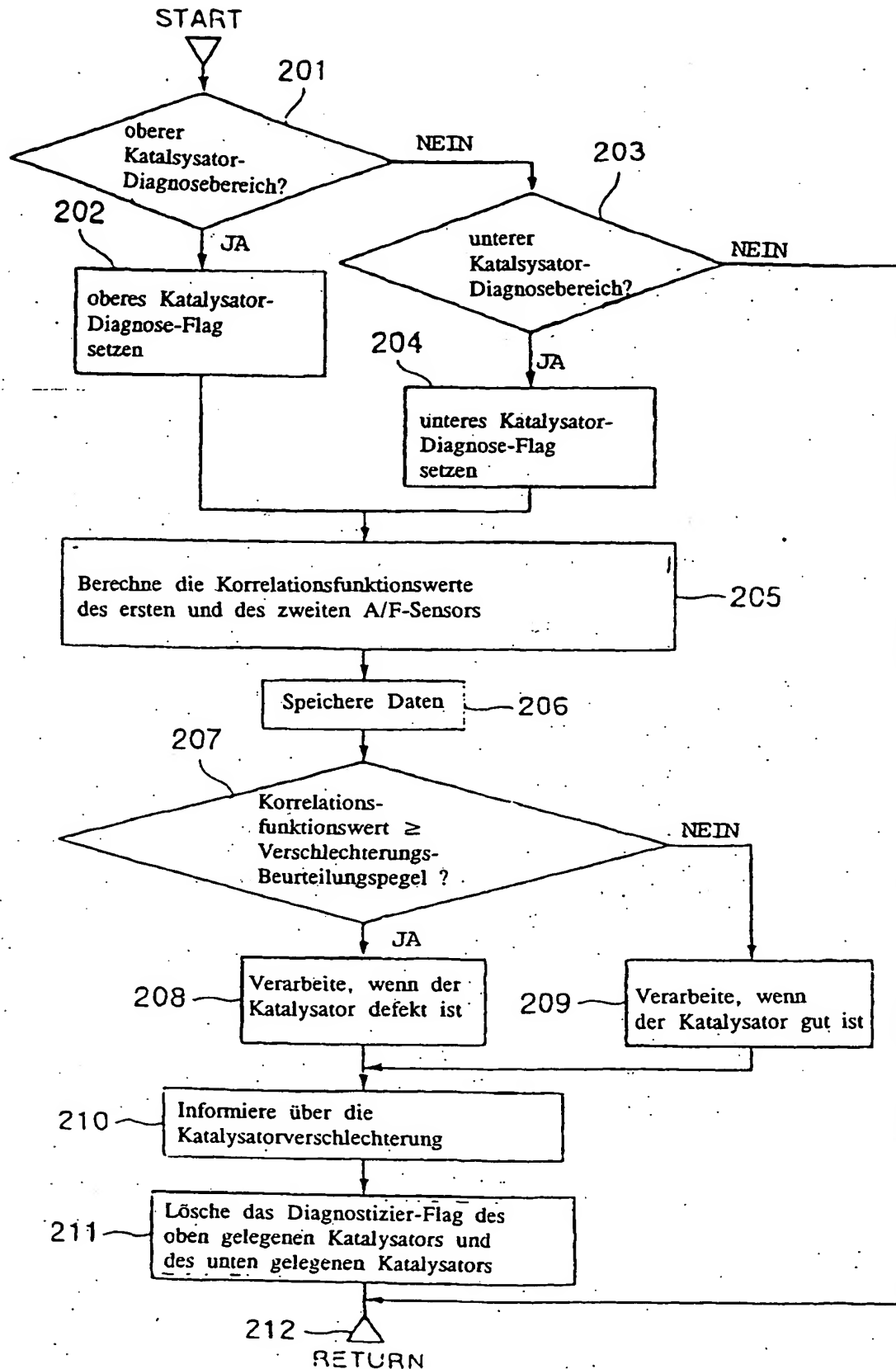


FIG. 5

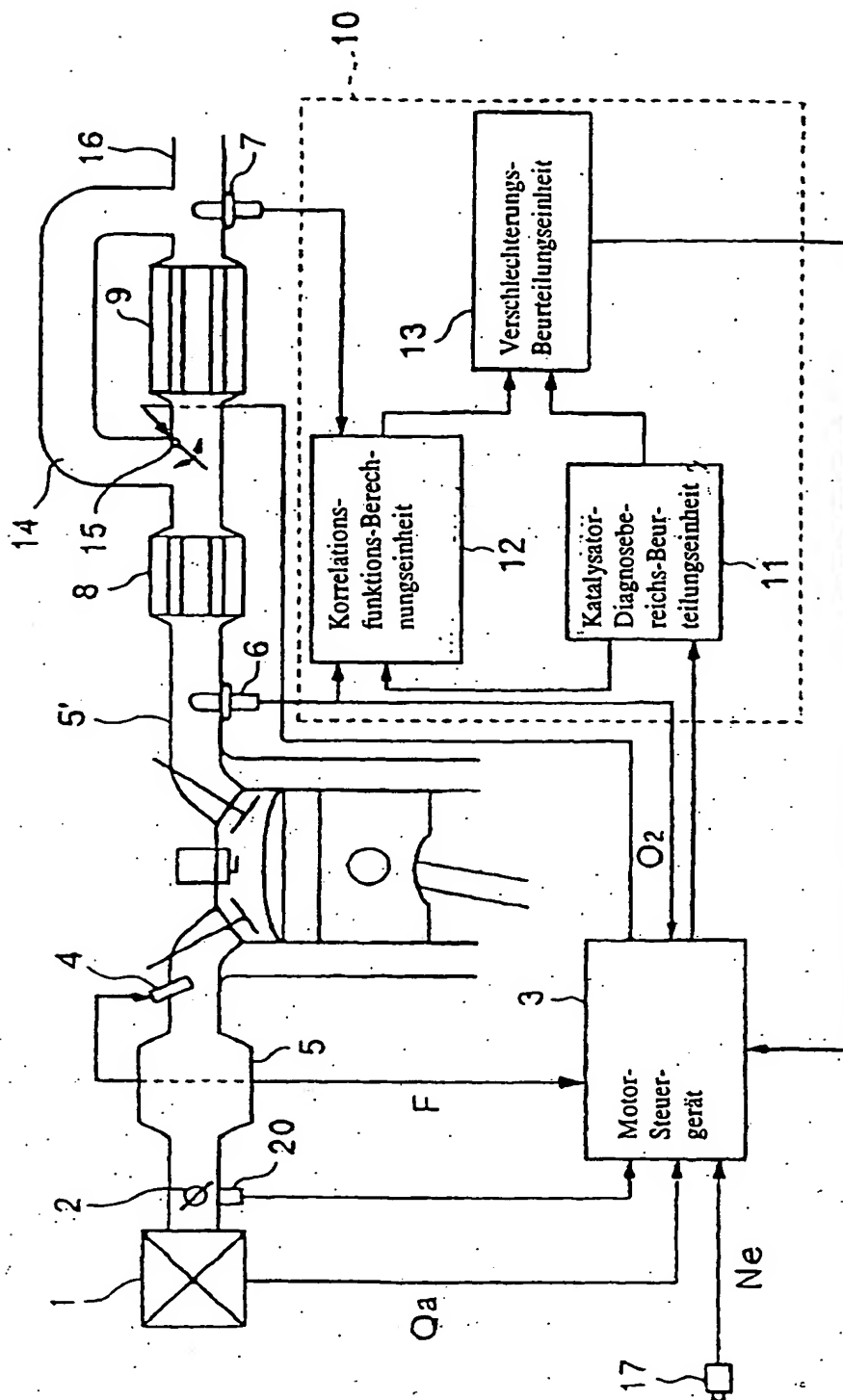


FIG.6A

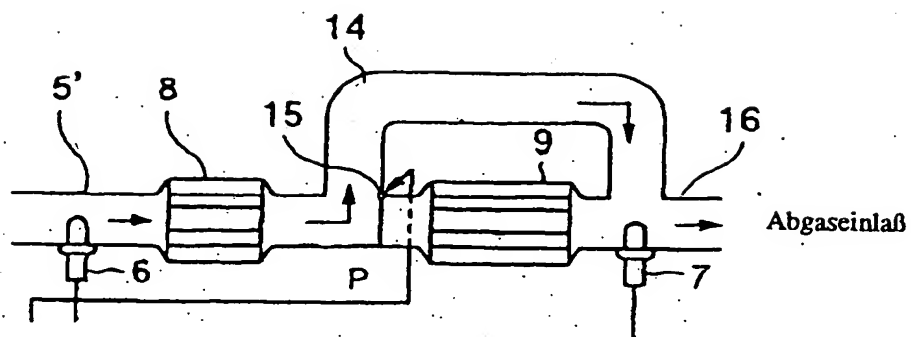


FIG.6B

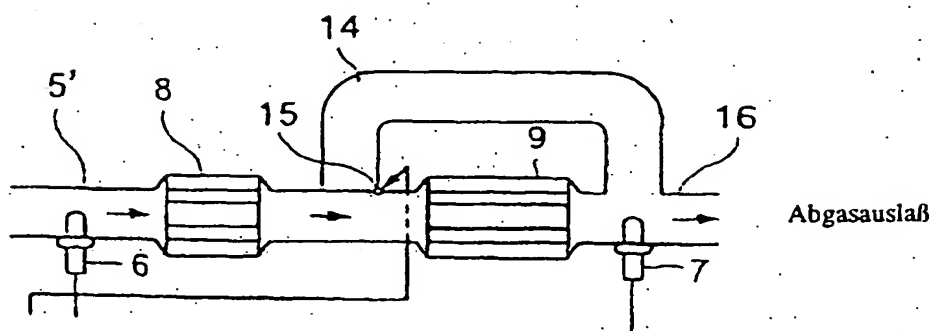


FIG. 7

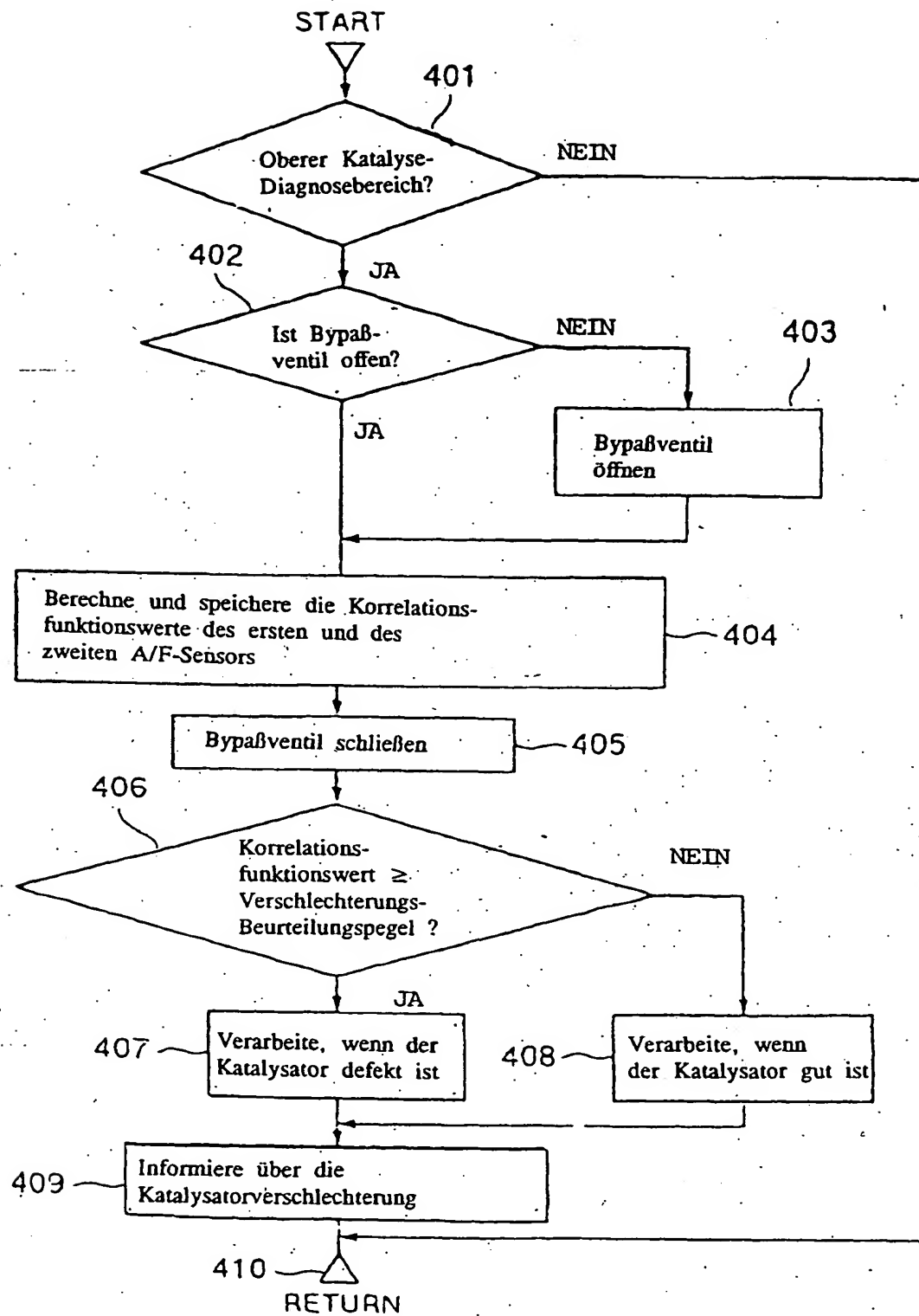


FIG.8

